Personenschleuse

Aufgaben

Eine Personenschleuse erlaubt jeweils einzelnen Personen nacheinander den Zutritt zu einem Gebäude oder einem Gelände. Durch eine Personenschleuse wird zudem sichergestellt, dass wirklich nur autorisierte Personen passieren.



Bilder: https://www.bba-online.de/tore/edles-tor-fuer-passgenauen-service/#slider-intro-1 (abgerufen am 20.07.2021).



Diese Anlagen werden häufig mit Schwenktüren als Sperrelemente realisiert.

Die Schwenktüren öffnen sich jeweils in Durchgangsrichtung. Um die Durchgangsbreite zu vergrößern können zwei Schwenktüren installiert werden.

Bild: geändert nach: https://de.perco.com/produkte/drehsperren-schwenkturen-gelandersysteme/, (abgerufen am 24.09.2019).

Funktionsweise

Die Schwenktüren werden über einen Impuls aus einem Zutrittskontrollsystems aktiviert, z.B. Drucktaste, Bewegungsmelder oder Kartenleser an der Säule oder auch durch eine Fernbedienung im Empfangsbereich. Nach der Freigabe erfolgt die Schwenkbewegung je nach gewähltem Modus automatisch (in Bewegungsrichtung des Benutzers) oder nach leichtem Druck. Der Öffnungswinkel ist einstellbar.

Die Schwenktüren bleiben während einer einstellbaren Zeit geöffnet und schließen anschließend automatisch. Die Öffnungs- und die Schließgeschwindigkeit können angepasst werden, um den örtlichen Anforderungen zu entsprechen.

1 Antrieb einer Schwenktür (Material 1)

1.1 Ermitteln Sie die Einzelübersetzungsverhältnisse und das Gesamtübersetzungsverhältnis des zweistufigen Planetenradgetriebes.
Berechnen Sie weiterhin das vom Getriebe abgegebene Drehmoment M_{2G} sowie die abgegebene Leistung P_{2G}.
Erläutern Sie außerdem die Besonderheiten / Eigenschaften eines Planetenradgetriebes.

(11 BE)

1.2 Das Sonnenrad der zweiten Getriebestufe ist defekt und muss ausgetauscht werden. Von dem Sonnenrad sind nur noch die Zähnezahl (z_{s2} = 20) und der Fußkreisdurchmesser (d_{sf2} = 22,083 mm) bekannt.
Dimensionieren Sie die fehlenden Zahnradgrößen (Teilkreis- und Kopfkreisdurchmesser, Modul und Teilung) des Sonnenrads.

Hinweis: Verwenden Sie für das Kopfspiel den Standardwert ($c = 0{,}167 \cdot m$).

(8 BE)

1.3 Das Motordrehmoment wird über den Wellendurchmesser d = 10 mm mittels einer Passfeder auf das Sonnenrad 1 übertragen.
Weisen Sie nach, dass bei der vorliegenden Passfeder DIN 6885 - B - 3x3x12 aus C22E die zulässige Flächenpressung (p_{zul} = 30 N/mm²) überschritten wird und bestimmen Sie die erforderlichen Abmessungen.

Hinweis: Wenn Sie das Motordrehmoment in Aufgabe 1.1 nicht ermittelt haben, ist mit M_{Motor} = 2,4 Nm weiterzurechnen.

(12 BE)

1.4 Die Lagerung der Abtriebswelle /Planetenträger 2 des zweistufigen Planetenradgetriebes (Abbildung 1.1) sowie alle weiteren Führungen der Sperrelemente der Schwenktüren werden mittels Gleitlagerung realisiert.
Begründen Sie grundsätzlich die Notwendigkeit von Gleitlagern.
Erläutern Sie die unterschiedlichen Schmierungsarten von Gleitlagern und deren Einsatz.
Nennen Sie Einsatzmöglichkeiten bzw. Anwendungsfälle von wartungsfreien Gleitlagern.

(9 BE)

2 Zur Überwachung einer Personenschleuse werden Lichtschranken eingesetzt.
Die Hardware der Lichtschranken ist in den Schaltungsteilen 1 bis 3 realisiert (Material 2, Abbildung 2.1).

2.1 Berechnen Sie den nötigen Vorwiderstand im Schaltungsteil 1 (Abbildung 2.1), wenn jede Laserdiode (Abbildung 2.2) bei 40 °C eine Ausgangsleistung von P_a = 5 mW (ist nicht die zugeführte elektrische Leistung) abgeben soll.

(4 BE)

2.2 Bestimmen Sie die möglichen Spannungen am Punkt A des Schaltungsteils 2 (Abbildung 2.1), wenn im durchgeschalteten Zustand des Fototransistors ein Strom von 0,6 mA bei U_{CE} = 0 V durch den Transistor fließt.

Hinweise: Der Wert des Widerstands R_1 beträgt 12 kΩ. Im geschlossenen Zustand des Transistors fließt kein Strom.

(5 BE)

2.3 Erläutern Sie die Funktionsweise des Schaltungsteils 2 (Abbildung 2.1).

(5 BE)

2.4 Sollten zwei Personen versuchen, dicht hintereinander durch die Personenschleuse zu laufen, wird mit Schaltungsteil 3 (Abbildung 2.1) über einen akustischen Signalgeber ein Warnsignal ausgelöst. Die Lichtschranken LS1 und LS2 liefern im Ruhezustand eine Spannung von 0 V. Sobald eine der Lichtschranken unterbrochen wird, springt ihre Ausgangsspannung auf 5 V. Werden beide Lichtschranken gleichzeitig unterbrochen, wird der Signalgeber aktiviert. Ermitteln Sie die OP-Grundschaltungen von OP1 und OP3 im Schaltungsteil 3 und erklären Sie deren Aufgaben im Sachzusammenhang.

Hinweis: Der Verstärker V2 hat einen Verstärkungsfaktor von -1.

(7 BE)

2.5 Dimensionieren Sie den Vorwiderstand des Transistors BC818 (Abbildung 2.3), um den akustischen Signalgeber (Abbildung 2.4) sicher zu schalten.

Hinweise: Der OP3 hat eine maximale Ausgangspannung von 11 V und der Übersteuerungsfaktor des Transistors soll $ü$ = 2 betragen.

(9 BE)

3 Um die Sicherheit zu erhöhen, sind zwei Personenschleusen hintereinander angebracht. Mithilfe einer SPS (Material 3) wird der Zutritt gesteuert. Die Programmierung erfolgt mittels der Funktionsbausteinsprache (FBS) oder eines Funktionsplans (FUP).

3.1 Erfassen Sie alle Eingangs- und Ausgangssignale sowie den Timer gemäß dem Technologieschema und der Funktionsbeschreibung (Abbildung 3.1) in einer Zuordnungstabelle (Bezeichnung, Adresse/Operand, Typ, Kommentar).

(6 BE)

3.2 In Abbildung 3.2 ist der Beginn einer Schrittkette zum Öffnen der ersten beiden Schwenktüren als GRAFCET-Ablaufplan dargestellt.
Setzen Sie die dargestellten sechs Schritte der Schrittkette in ein Steuerungsprogramm um und stellen Sie die zugehörigen Netzwerke inklusive der Befehlsausgabe dar.

Hinweise: Der Startschritt wird durch einen Richtimpuls gesetzt. Alle weiteren Signale, die ggf. von weiteren Schritten zu berücksichtigen sind, werden nicht näher spezifiziert, sondern sind mit „SM_X“ zu kennzeichnen.

(10 BE)

3.3 Entwerfen Sie für das in Abbildung 3.1 dargestellte Technologieschema mit Funktionsbeschreibung den vollständigen GRAFCET-Ablaufplan als Fortsetzung des in Abbildung 3.2 dargestellten Plans.

(14 BE)

Material 1

Schwenktür-Antrieb

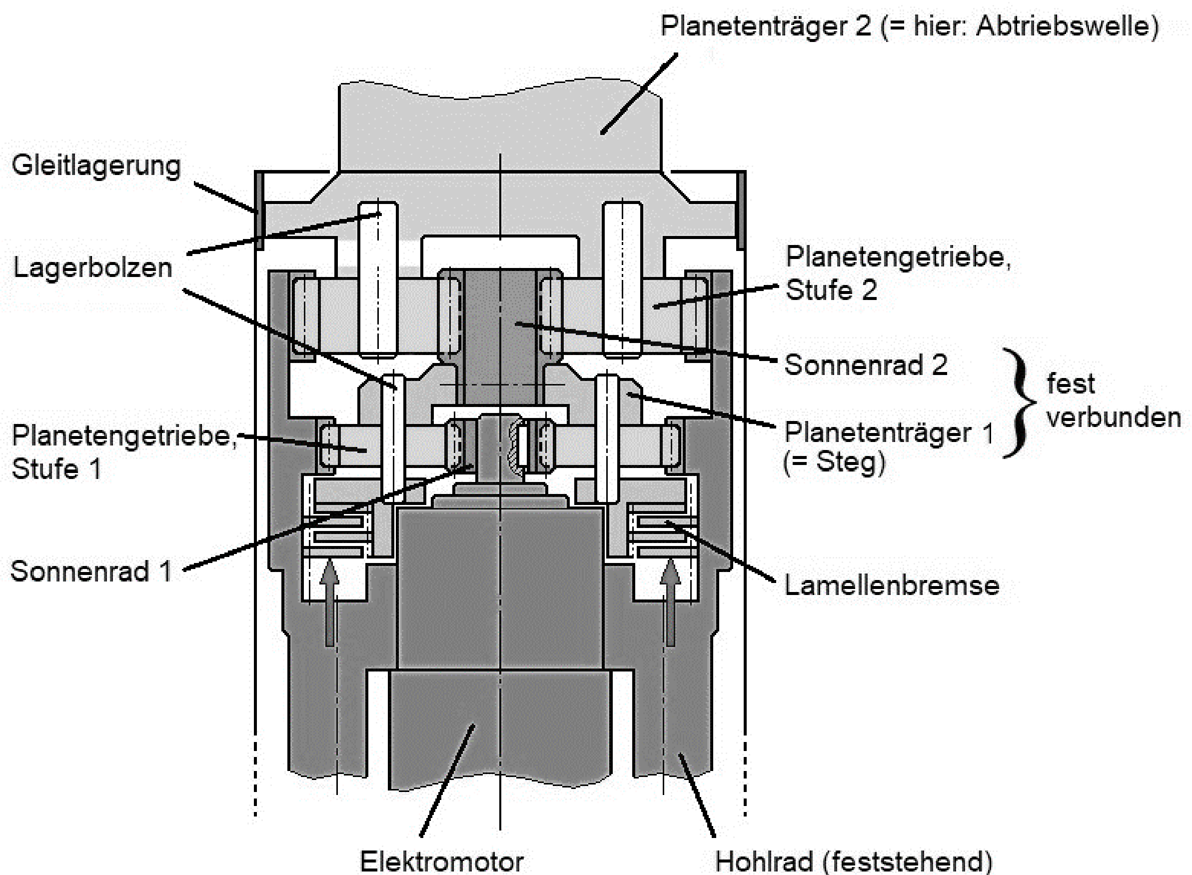
Der Schwenktür-Antrieb erfolgt über einen Elektromotor, dem ein zweistufiges Planetenradgetriebe nachgeschaltet ist. Mittels Lamellenbremse kann die Drehbewegung der Schwenktür und somit die Öffnungs- und die Schließgeschwindigkeit angepasst werden.

Aufbau eines Planetenradgetriebes:

In der Grundbauform besteht ein Planetenradgetriebe aus einem Sonnenrad, einem Hohlrad und mehreren (drei oder mehr) Planetenrädern. Im Einsatz umkreisen die Planetenräder das Sonnenrad und stützen sich dabei im Hohlrad ab. Diese Funktionsweise ist auch der Namensgeber für diese Getriebeart. An- und Abtrieb des Getriebes kann je nach Bauform das Sonnenrad, das Hohlrad (= Gehäuse) oder der Planetenträger (= Steg) sein. Durch diese An- und Abtriebsvariationen (Abbildung 1.2, Varianten 1–7) können unterschiedliche Abtriebsdrehzahlen bzw. Antriebsdrehmomente erreicht werden.

In einem typischen Planetengetriebe überträgt das Sonnenrad die Bewegung zu den Planeten und diese rollen sich dann im statischen Hohlrad ab. Die Planetenräder sind mittels Lagerbolzen am Planetenträger (= Steg) montiert, der die Drehzahl dann an die Abtriebswelle überträgt.

Abbildung 1.1: Zweistufiges Planetenradgetriebe



Technische Daten:

Abgegebene Motorleistung: $P_{2M} = 520\,\mathrm{W}$
Drehfrequenz des Motors: $n_1 = 1975\,\mathrm{min}^{-1}$

Wirkungsgrad Planetenradgetriebe: $\eta_2 = 86\%$
Zähnezahlen:
Sonnenrad Stufe 1: $z_{S1} = 20$
Hohlrad Stufe 1: $z_{H1} = 90$
Sonnenrad Stufe 2: $z_{S2} = 20$
Hohlrad Stufe 2: $z_{H2} = 88$

Abbildung 1.2: Formeltabelle

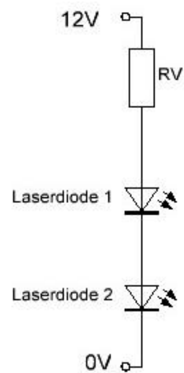
Vari-ante	Antrieb	Abtrieb	Fest-stehend	Über-setzung i	Über-setzung i	Bemerkung
1	Sonnenrad	Hohlrad	Planeten-träger / Steg	$i = -\frac{z_H}{z_S}$	$i = \frac{n_S}{n_H}$	Drehrichtungsumkehr, Übersetzung ins Langsame (i > 1)
2	Hohlrad	Sonnenrad	Planeten-träger / Steg	$i = -\frac{z_S}{z_H}$	$i = \frac{n_H}{n_S}$	Drehrichtungsumkehr, Übersetzung ins Schnelle (i < 1)
3	Sonnenrad	Planeten-träger / Steg	Hohlrad	$i = 1 + \frac{z_H}{z_S}$	$i = \frac{n_S}{n_P}$	Übersetzung ins Langsame (i > 1)
4	Planeten-träger / Steg	Sonnenrad	Hohlrad	$i = \frac{1}{1 + \frac{z_H}{z_S}}$	$i = \frac{n_P}{n_S}$	Übersetzung ins Schnelle (i < 1)
5	Hohlrad	Planeten-träger / Steg	Sonnenrad	$i = 1 + \frac{z_S}{z_H}$	$i = \frac{n_H}{n_P}$	Übersetzung ins Langsame (i > 1)
6	Planeten-träger/Steg	Hohlrad	Sonnenrad	$i = \frac{1}{1 + \frac{z_S}{z_H}}$	$i = \frac{n_P}{n_H}$	Übersetzung ins Schnelle (i < 1)
7	Hohlrad und Sonnenrad verblockt			$i = 1$	$i = 1$	direkter Gang, direkte Übersetzung

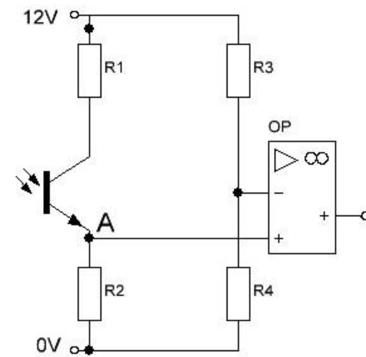
Anmerkungen:
In einigen Fällen wird die Zähnezahl des Hohlrades „negativ“ in die jeweilige Formel eingegeben.
Ein „Minus“ bedeutet, dass die Drehrichtung entgegengesetzt zur Eingangsdrehrichtung läuft.
Die Zähnezahl der Planeten wirkt sich nicht auf das Übersetzungsverhältnis aus. Ihre Zähnezahl ist jedoch von der Übersetzung abhängig.
Indizes: S = Sonnenrad, P = Planetenträger, Planetenrad, Steg, H = Hohlrad
$z_H = z_S + 2 \cdot z_P$

geändert nach: http://www.fahrzeug-elektrik.de/fs/39.htm#1, (abgerufen am 24.09.2019).

Material 2

Abbildung 2.1: Schaltung





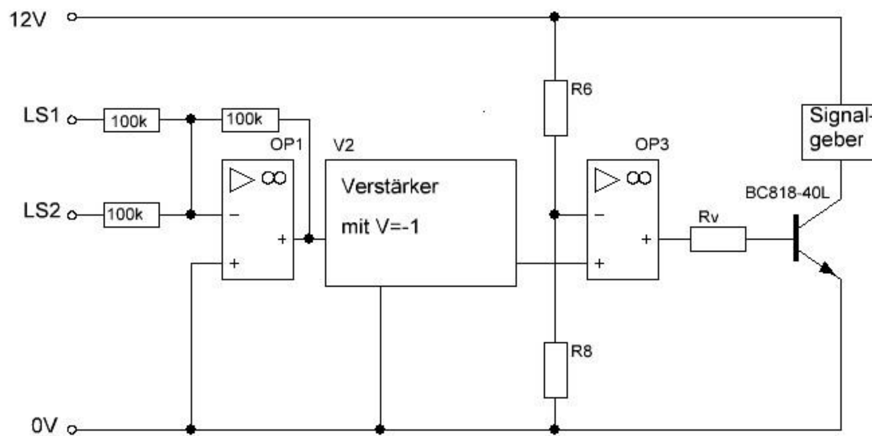
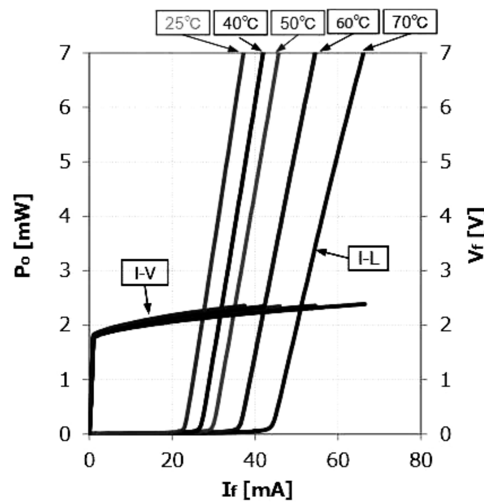


Abbildung 2.2: Kennlinien der Laserdiode



https://fscdn.rohm.com/en/products/databook/datasheet/opto/laser_diode/red/rld65pzx201a011-e.pdf, (abgerufen am 24.09.2019).

Abbildung 2.3: Kennlinien des Transistors BC818

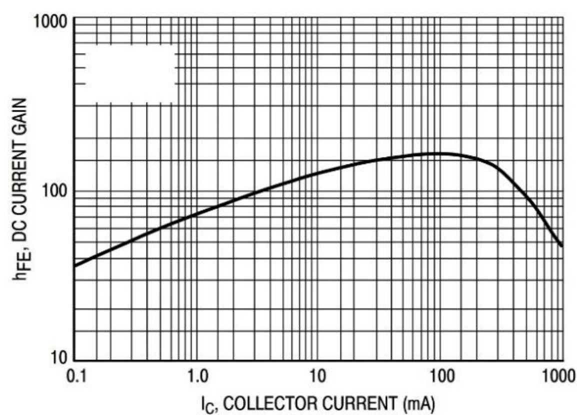


Figure 1. DC Current Gain

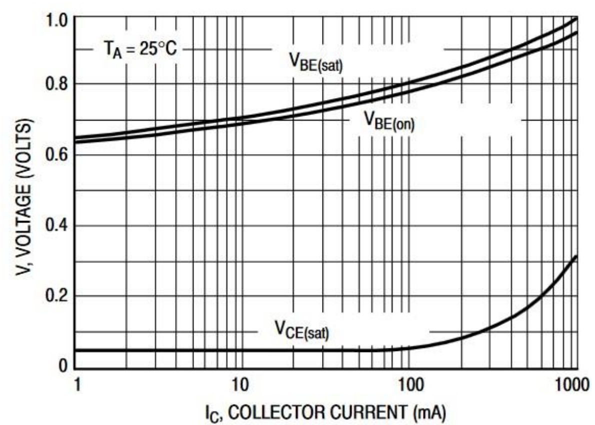


Figure 3. “On” Voltages

https://www.mouser.de/datasheet/2/308/BC818_40LT1_D-2310123.pdf, (abgerufen am 24.09.2019).

Abbildung 2.4: Datenblattauszug des Signalgebers

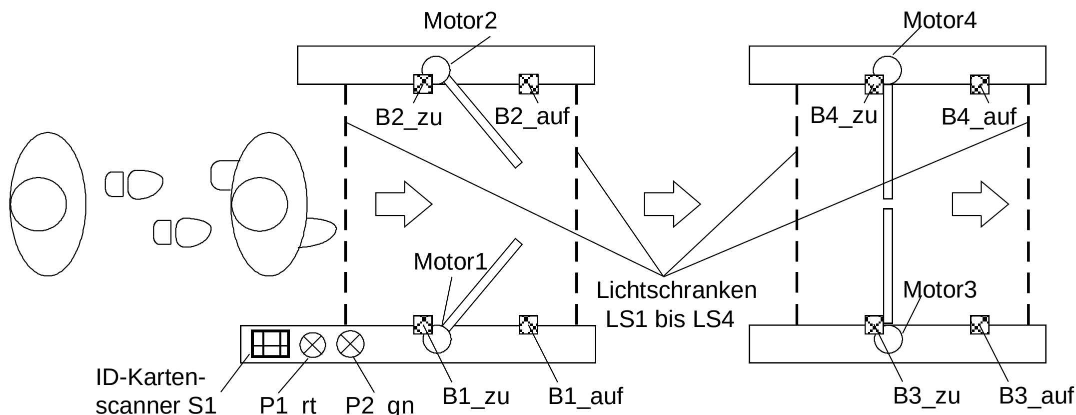
Anz.	Typ	Komponente
1	IUI-STACOP-P26H	Externer Signalgeber akustisch/ optisch

Technische Daten	
Betriebsspannung:	6 – 15 V DC
Nennspannung:	12 V DC
Stromaufnahme:	ca. 150 mA (akustisch) ca. 200 mA (optisch)
Gehäuse:	Kunststoff-Gehäuse
Maße HxBxT	255 x 110 x 65 mm
Blitzfrequenz:	bei 12 V ca. 2 Hz

https://resources-boschsecurity-cdn.azureedge.net/public/documents/Data_sheet_deDE_1448593035.pdf, (abgerufen am 24.09.2019).

Material 3

Abbildung 3.1: Technologieschema und Funktionsbeschreibung



Normalbetrieb:

Im Ruhezustand sind beide Personenschleusen geschlossen, die Signalleuchte P1_rt leuchtet rot. Sobald eine Person durch den ID-Kartenscanner S1 als zutrittsberechtigt identifiziert ist, wird gleichzeitig programmintern der Bitmerker „ID_Scan“ (M20.0) gesetzt. Es erlischt die Leuchte P1_rt, während nun P2_gn grün aufleuchtet und die Motoren 1 und 2 die ersten beiden Schwenktüren öffnen, bis die jeweiligen Endlagen (B1_auf, B2_auf) erreicht sind.
Nun tritt die autorisierte Person ein, wird durch die Lichtschranke LS1 registriert (High-Signal) und kurz danach durch die Lichtschranke LS2. Mit Aktivierung der Lichtschranke LS2 erlischt die grüne Leuchte P2_gn und P1_rt leuchtet auf, gleichzeitig schließen die beiden Schwenktüren.
Mit Aktivierung der Lichtschranke LS3 werden nun die beiden zweiten Schwenktüren mittels der Motoren 3 und 4 geöffnet. Erst wenn die Person die vierte Lichtschranke LS4 durchschritten hat, erfolgt die Freigabe des ID-Kartenscanners S1, indem der Bitmerker „ID_Scan“ zurückgesetzt wird. Gleichzeitig schließen die beiden Schwenktüren.

Wenn eine Person durch den ID-Kartenscanner S1 autorisiert ist, die erste Personenschleuse aber nicht betritt, schließen die ersten beiden Schwenktüren nach 5 Sekunden wieder.

Bei allen vier Schwenktüren werden die jeweiligen Endlagen durch Öffnerkontakte erfasst. Alle Lichtschranken sind Schließerkontakte.

Abbildung 3.2: Ausschnitt des GRAFCET-Ablaufplans

